

**ESTADO DEL ARTE DE LA POSCOSECHA DE FLORES EN COLOMBIA**

**FABIO ALEJANDRO PARDO CARRASCO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**BOGOTÁ, D.C.**

**2010**

**ESTADO DEL ARTE DE LA POSCOSECHA DE FLORES EN COLOMBIA**

**FABIO ALEJANDRO PARDO CARRASCO**

**Código: 07793071**

**Trabajo de grado presentado para optar al título de  
Especialista en Horticultura**

**Director**

**VÍCTOR JULIO FLÓREZ RONCANCIO**

**Profesor Asociado - Facultad de Agronomía**

**Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**BOGOTÁ, D.C.**

**2010**

## **FORMATO UNICO PARA ENTREGA DE LOS TRABAJOS DE GRADO**

### **TITULO EN ESPAÑOL:**

Estado del arte de la poscosecha de flores en Colombia

### **TITULO EN INGLÉS**

State of the art of the postharvest of cut flower in Colombia

### **RESUMEN**

La importancia que tiene el manejo de poscosecha de flores de corte para el sector floricultor colombiano exige la constante actualización de los conceptos básicos de la fisiología de la flor cortada, los tratamientos aplicados y los aspectos logísticos y de manufactura, para de esta manera obtener un conocimiento más aplicado a la realidad.

La duración de la flor de corte en la poscosecha está fuertemente influenciada por factores genéticos, agronómicos y ambientales. La calidad de una flor no se mejora con el manejo poscosecha sino que se mantiene o por el contrario se deteriora si la manipulación es inapropiada. Por lo anterior, se tomaron en cuenta algunos factores de precosecha haciendo referencia a puntos críticos como temperatura, humedad relativa, luz y estado nutricional, que determinan un primer paso hacia la calidad de la flor cortada. Mediante la revisión de artículos científicos de trabajos realizados en diferentes especies de flores de corte, especialmente en soluciones de tratamiento poscosecha; se busca dar una visión más completa sobre el tema y mencionar nuevas alternativas. Al mismo tiempo, se consideró relevante tratar los temas relacionados con los componentes logístico y operativo de la poscosecha de flores como son la composición de un ramo, grados de calidad, tipos de órdenes y mercado y cadena de frío. Con este documento se actualiza el estado del arte respecto a los aspectos más importantes involucrados en el manejo poscosecha de las flores de corte.

## **SUMMARY**

The postharvest of cut flowers in Colombia is too important, and it demands the constant update of the basic concepts of the physiology of the cut flower, the applied treatments and the logistic aspects and its manufacture; and thus to achieve a more applied knowledge to the reality. The longevity of the cut flower is strongly influenced by genetic, agronomic and environmental factors. The flower quality is not improved with the postharvest handling, it's maintained or deteriorated if the manipulation is inadequate. Preharvest factors like temperature, relative humidity, light and nutritional state were considered as a first passage towards the quality of the cut flower. By reviewing of scientific articles made on different species from cut flowers, especially with postharvest treatment solutions; this work wants to give a more complete vision on the subject and to mention new alternatives. Also, it was considered outstanding to make reference to the logistic and operative components of postharvest of flowers like the bunch composition, quality degrees, kind of orders and market, and cold chain. This document updates the state of the art of the most important involved aspects in the handling of postharvest of the cut flower.

## **PALABRAS CLAVE**

Precosecha; Poscosecha; Fitohormonas, Cadena de frio

## **KEY WORDS**

Preharvest; Postharvest; Plant hormones; Cold chain

**FIRMA DEL DIRECTOR**



---

**FABIO ALEJANDRO PARDO CARRASCO**

**Junio 16 de 1973**



Para mi esposa Angélica Alexandra, mis hijos Luis Alejandro y Juliana y mis padres y hermanos quienes con su constante amor y apoyo hicieron posible que alcanzara esta meta.

**!!!!!! GRACIAS DIOS MIO !!!!!!!**

## **CONTENIDO**

	<b>pág.</b>
<b>INTRODUCCION</b>	<b>3</b>
<b>1. FACTORES PRECOSECHA</b>	<b>4</b>
<b>2. TRATAMIENTOS POSCOSECHA</b>	<b>6</b>
<b>3. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD POSCOSECHA</b>	<b>9</b>
<b>4. CADENA DE FRIO</b>	<b>23</b>
<b>5. TERMINOS RELACIONADOS</b>	<b>26</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>29</b>

## INTRODUCCION

La importancia que reviste el manejo de la poscosecha de flores de corte para el sector floricultor colombiano, exige la constante actualización de los conceptos básicos acerca de la fisiología de la flor cortada, los tratamientos aplicados y los aspectos logísticos y de manufactura, para de esta manera obtener un conocimiento más aplicado a la realidad y mantener la vida poscosecha dentro de los parámetros necesarios para satisfacer al consumidor final.

La duración de la flor de corte en la poscosecha está fuertemente influenciada por factores genéticos, agronómicos y ambientales. La calidad de una flor no se mejora con el manejo poscosecha sino que se mantiene o por el contrario se deteriora si la manipulación es inapropiada.

Sin embargo, no hay un tratamiento poscosecha universal eficiente para todos los tipos de flores, pero algunos tratamientos específicos contribuyen a la manutención de la calidad de ciertas flores, afectando uno o más de los siguientes factores: balance hídrico, reservas de carbohidratos y otros nutrientes y balance hormonal involucrado en el desarrollo y la senescencia floral (Halevy y Mayak, 1974a).

Este documento tiene como objetivo actualizar el estado del arte de los aspectos más importantes involucrados en el manejo poscosecha de las flores de corte.

## **1. FACTORES PRECOSECHA**

Para Halevy y Mayak (1979) no hay duda que las condiciones ambientales precosecha afectan el comportamiento poscosecha de las flores. En este sentido, se pueden destacar los siguientes factores:

### **Energía luminosa**

Podría considerarse como el factor más importante. Halevy y Mayak (1979), verificaron que crisantemos producidos en períodos de baja intensidad envejecieron más rápidamente que los producidos en alta intensidad luminosa. El principal efecto sobre la longevidad floral fue la acción de la luz sobre los niveles de carbohidratos. Una baja intensidad o poco suministro de luz antes de la comercialización reduce la vida en poscosecha de la flor (Dole y Wilkins, 1997); sin embargo, para Sacalis (1993) la información existente acerca del efecto de la luz sobre la longevidad de las flores cortadas aún es insuficiente. Jaffrin (2002) verificó el efecto de los rayos UV y de la temperatura sobre el ennegrecimiento de los pétalos de cuatro variedades de rosa roja (First Red, Grand Gala, Red France y Saint Tropez), utilizando como cubierta cinco películas transparentes diferentes. El ennegrecimiento aparece de manera más contundente en la estación fría (invierno y primavera), haciéndose más ostensible bajo las películas menos opacas a los UV. Lo cual muestra que la temperatura tiene un efecto predominante sobre la presencia de rayos UV. Una película demasiado térmica, como el cristal, permitió un ennegrecimiento moderado, aunque la tasa de UV transmitido sea importante. En la medida en que el espectro de transmitancia óptica de los materiales de cubierta a los rayos UV disminuyó, también tendió a disminuir su efecto sobre el ennegrecimiento de los pétalos.

### **Temperatura**

El efecto de altas temperaturas sobre las plantas cultivadas es uno de los factores que provoca la mayor pérdida en la calidad de la flor cortada incidiendo

directamente sobre la utilización de azúcares por la respiración (Dole y Wilkins, 1999).

### **Humedad Relativa**

En trabajos con rosa (*Rosa x hybrida* cv. Baroness) Mortensen y Fjeld (1995, 1998), citados por Torre y Fjeld (2001), mostraron que humedades relativas altas, por encima del 85%, durante el período de crecimiento pueden afectar de manera negativa la vida poscosecha. La causa primaria parece estar relacionada con el balance hídrico de las plantas. Este efecto se refleja en mayor incidencia de cabeceo, ocurrencia de manchas secas y hojas quebradizas y el precoz marchitamiento y deterioro de los pétalos (Torre y Fjeld, 2001).

### **Fertilización**

Waters (1967) demostró que la fertilización nitrogenada también afecta la longevidad en poscosecha. Cuando el nitrógeno o la fertilización total se disminuyeron o eliminaron al final del ciclo de crecimiento en crisantemo, se disminuyeron la producción comercializable y la severidad de *Botrytis*, entretanto, aumentó la calidad de las inflorescencias. Adicionalmente, Halevy y Mayak (1979) observaron que cuando se aplicó la fuente de nitrógeno en la forma nítrica se obtuvieron flores más longevas. Starkey y Pedersen (1997) demostraron que incrementando la relación calcio/cationes en la solución nutritiva se incrementó la concentración de este ion en la planta, lo que se reflejó en una mejor calidad en poscosecha. Al mismo tiempo, relaciones K/Ca elevadas (12/1) en la solución nutritiva disminuyen la duración de vida de rosa en poscosecha, induciendo necrosis de los pétalos y aumentando el azulado y la decoloración de los mismos (Torre *et al.*, 2001).

## 2. TRATAMIENTOS POSCOSECHA

Halevy y Mayak (1981) consideran condicionamiento, carga, apertura de botones y mantenimiento como los principales tratamientos poscosecha.

### **Tratamiento de Condicionamiento**

El objetivo de este tratamiento es restablecer con agua la turgencia del tallo floral después del estrés hídrico ocasionado por el manejo de campo, invernadero, sala de clasificación, o durante el almacenamiento y el transporte. Se debe hacer con agua deionizada, sin azúcar y con germicida. La hidratación se mejora con el uso de agua de buena calidad, acidificada y con la utilización de surfactante (Halevy y Mayak, 1981).

### **Tratamiento de Carga**

Según Halevy y Mayak *et al.* (1974) este es un tratamiento poscosecha de corta duración, pretransporte o almacenamiento, ya que sus efectos permanecen durante la vida en florero. La sacarosa es el principal ingrediente, la cual es usada en concentraciones más altas que en las soluciones de mantenimiento, variando entre 2 a 5 % para crisantemo. El tratamiento es descrito con duración de 12 a 24 h, 100 Lux, 20 a 27°C y 35 a 100% de humedad relativa. Se resalta la importancia del tratamiento de carga en cuanto a longevidad, promoción de la apertura y mejoría en la coloración y tamaño de los pétalos de diversas flores. El principio del tratamiento para cualquier flor es cargarla con todo el azúcar posible sin ocasionar daño en hojas o botones florales.

La utilización de sacarosa al 1% ofrece el mejor resultado en la longevidad de las flores de *Alstroemeria* sin presentar o inducir el amarillamiento de las brácteas (Chunasut *et al.*, 2003).

En el caso de rosas de corte, Liao *et al.* (2000) mostraron que concentraciones de sacarosa de 120 g L<sup>-1</sup> durante diez horas incrementaron la vida en florero en 7,4

+/- 0,8 días. A pesar de esto, observaron mejores resultados con tratamientos de carga con tiosulfito de plata (STS) o STS seguido de sacarosa que con solo sacarosa.

Para Celikel y Reid (2002), tratamientos con soluciones a bajas concentraciones de calcio (1 mM de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ) reducen la curvatura de las puntas de la flor o el efecto gravitrópico que se presenta en flores de stock (*Mathiola incana*). Entre tanto, al adicionar la misma concentración de calcio a soluciones con hipoclorito de sodio o de preservantes comerciales, el desempeño poscosecha no presenta mejora.

Según van Doorn *et al.* (2002), los surfactantes alquiletoxilados con cadenas apolares menores a 18 carbonos y con más de dos unidades etoxy pueden ser utilizadas como tratamientos de carga para flores de corte.

### **Soluciones de apertura floral**

Halevy y Mayak (1981) concluyeron que las soluciones químicas y las condiciones ambientales para la apertura de botones florales son similares a las de carga. Sin embargo, se requiere de más tiempo para la apertura de botones y la concentración de azúcar y temperatura óptimas para el tratamiento son más bajas. Entretanto, el punto de cosecha para la apertura de los botones florales es de difícil determinación para cada tipo de flor y a veces entre cultivares.

### **Soluciones de mantenimiento**

Adiciones de sacarosa a las soluciones de florero generalmente mejoran la calidad de poscosecha de flores mediante la promoción de la apertura de botones inmaduros, reduciendo la sensibilidad de los pétalos al etileno y retardando la senescencia de las flores abiertas (Halevy y Mayak, 1979). Estos efectos son más evidentes en tallos de corte con numerosos botones en diferentes estadios de desarrollo, tales como *Gladiolus x hortolanus* L., *Gypsophila paniculata* L., *Dianthus caryophyllus* L. (Boroshov y Mayak, 1984; Downs *et al.*, 1988; Han, 1992, Kofranek y Halevy, 1976). Sin embargo, es poco lo que se conoce acerca de la

fisiología y bioquímica que hacen a estos tratamientos efectivos. Se considera que prolongan la vida en florero por el incremento de los niveles del sustrato respiratorio a niveles que permiten un mantenimiento prolongado de la flor, además la sacarosa podría tener roles adicionales en la regulación de la senescencia floral (Verlinden y Garcia, 2004). Estos autores, en trabajos realizados en clavel cv. White Sim, reportan un óptimo de  $50 \text{ g L}^{-1}$  de sacarosa para retardar el pico de etileno en cinco días. De igual manera, hacen referencia a que tratamientos con otros azúcares como fructosa, glucosa, maltosa y sorbitol no retrasan el comienzo de la producción de etileno. Al mismo tiempo, concentraciones de  $100 \text{ g L}^{-1}$  mostraron marchitamiento precoz y bordes necróticos en los pétalos. En los tratamientos con sacarosa la actividad de ACC sintasa y de ACC oxidasa fue más baja, y esto podría explicar en parte la reducción de la sensibilidad al etileno y de esta forma el retardo de la senescencia en las flores tratadas. La reducción en la actividad de esta ruta biosintética puede ser debida a diferentes mecanismos, incluyendo disminución en la transmisión de los genes de la biosíntesis de etileno, disminución de la transcripción y traducción y modificaciones posteriores a la traducción.

D'Hont y Van der Sprong (1988) demostraron que usando agentes humectantes en combinación con compuestos de amonio cuaternario se puede mejorar considerablemente la toma de agua en crisantemo; sin embargo, la utilización de estos compuestos sólo es exitosa si las flores son tratadas por más de ocho horas. Adicionalmente, la preparación de soluciones de florero con preservantes comerciales de flores incrementan significativamente la vida en florero de rosas de corte, incluso en ausencia de tratamientos poscosecha (Ruiting, 1988).



### 3. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD POSCOSECHA

#### **Bloqueo vascular**

Ford *et al.* (1961) verificaron que las bacterias se mueven ascendentemente y se acumulan en el sistema vascular del tallo, ocasionando obstrucción mecánica al movimiento del agua. Observaron el efecto directo del bloqueo mecánico por la bacteria y un efecto indirecto, ocasionado por sustancias nocivas liberadas en el agua por el microorganismo.

Un alto nivel de turgencia es necesario para el desarrollo del botón floral hasta apertura completa, con la finalidad de mantener la actividad metabólica normal de la flor. Si la remoción del tallo floral de la planta se da en estado de estrés hídrico, la ruptura de las columnas de agua bajo tensión puede introducir burbujas de aire en los terminales de los vasos del xilema. Este fenómeno, conocido como embolia vascular, constituye un obstáculo al flujo de agua y la flor puede marchitarse. Entonces, la disminución en la conductividad hídrica es reflejo del bloqueo vascular (Rogers, 1973). La causa más importante del debilitamiento del balance hídrico en flores de corte (Halevy, 1976).

Para evitar la obstrucción vascular se pueden utilizar productos a base de cloro, sulfato de aluminio, amonio cuaternario y citrato-sulfato de hidroxiquinolina (HQC/HQS). El cloro es uno de los bactericidas más utilizados, sin embargo, debido a su poca estabilidad es necesario monitorearlo para mantener su concentración en la solución. El sulfato de aluminio actúa como floculante que además de bactericida, genera la sedimentación de los sólidos suspendidos y al mismo tiempo reduce el pH de tal manera que contribuye a mejorar la absorción de agua. El HQC/HQS tienen acción fungicida y, por consiguiente, no son eficaces en el control de bacterias (D'hont, 1997).

Marousky (1972) obtuvo resultados en rosa indicando que el bloqueo del tallo no fue debido principalmente a la oclusión con microorganismos sino más a cambios en el propio tallo. Para separar bloqueo vascular de obstrucción con microorganismos, trabajó con tallos de rosa desinfectados y con soluciones esterilizadas y tamponadas a pH 3 y 6. Los tallos en pH 3 condujeron más agua que los mantenidos en pH 6. Otro factor observado fue que 8-HQC, inhibe el bloqueo caulinar, permitiendo que los tallos absorban más agua y permanezcan túrgidos.

Conrado *et al.* (1980) observaron que la absorción en rosas aumentó en pH bajos (por debajo de 3) y fue inhibida en pH altos (arriba de 6). Entretanto, el máximo de longevidad floral se obtuvo en pH 5.

Van Door y Perik (1990) observaron que en rosa la oclusión en segmentos por encima del nivel de la solución no afectó el paso de agua, porque solamente algunos vasos del xilema sufrieron obstrucción. Sin embargo, en los primeros cinco centímetros de la base del tallo el flujo fue limitado, siendo este bloqueo correlacionado con el alto número de bacterias en ese segmento.

Marousky (1973) relató que en las células maduras del tallo, durante la formación de las paredes celulares secundarias, la pared celular es impregnada con lignina y, simultáneamente, hay incremento de suberina, cutina y otros compuestos. Estos productos, asociados con la lignificación, pueden ser los responsables de la oclusión vascular. Por esto, la recomendación de mantener los recipientes de las flores de corte limpios es válida en la prevención del taponamiento vascular por microorganismos y fisiológico por residuos de plantas.

La contaminación de la solución de florero es un problema mayor para las flores de stock, causando marchitamiento rápido de las flores debido al bloqueo del xilema por bacterias (Celikel y Reid, 2002).

## **Balance Hídrico**

El transporte de las flores de corte involucra generalmente circunstancias desfavorables, incluyendo variaciones de temperatura y estrés hídrico. Los tallos florales pueden sufrir una pérdida tal de agua hasta el grado de disminuir la hidratación.

De acuerdo con Laurie (1936) el efecto del corte del tallo bajo agua varía con la especie. Los crisantemos fueron favorecidos por esta práctica, directamente correlacionada con la conductividad de los vasos.

Para Halevy (1976) la causa más común para el desecho de las flores de corte es el marchitamiento y no la senescencia natural. El marchitamiento es una señal de estrés hídrico, pese a que los tallos florales permanecen en agua, aparentemente con suministro ilimitado.

Mayak *et al.* (1974) reconocieron que en rosa el balance hídrico en los tallos fue el factor más importante en la determinación de la calidad y la longevidad floral. Concluyeron que el balance hídrico en flores de corte, así como en otros órganos de la planta, está influenciado por la absorción, por la pérdida de agua y, principalmente, por el balance entre los dos procesos. También, verificaron que la disminución de masa en la fase final de la vida en florero en rosas ocurrió cuando la transpiración fue mayor que la absorción, ocasionando déficit hídrico para el desarrollo del tejido. Ruiting (1991) reporta que debido al estrés hídrico durante largos períodos de tiempo en el transporte a largas distancias, las rosas a menudo no abren completamente o muestran cabeceo. Estos efectos son causados principalmente por una deficiente absorción de agua.

La inclusión de un surfactante en el agua puede facilitar la rehidratación de flores de rosa. Para van Doorn *et al.* (2002), la aplicación previa de surfactantes al almacenamiento en seco, incrementa la tasa de absorción de agua y la duración de la vida en florero en *R. hybrida* cv. Sonia. Evaluaron la relación entre la estructura y la función de algunos surfactantes alquiletoxilados, en donde los

tratamientos con 50 y 100 mg L<sup>-1</sup> durante 24 h a 20°C, antes del almacenamiento, arrojaron buenos resultados con los compuestos que tenían en la cadena apolar 10 y 14 átomos de carbono en combinación con cinco y ocho unidades etoxy en la cadena polar; se presentó incremento importante en el peso de la flor una vez puesta en agua. La utilización de una mezcla comercial de surfactantes alquiletoxilados a 1 mg L<sup>-1</sup> también fue efectiva. La vida en florero obtenida con los tratamientos mencionados fue de 15±4 días. El efecto de estos tratamientos puede deberse al mejoramiento del flujo del agua durante las primeras horas de vida en florero.

Halevy (1976) relata que tratamientos con quinetina mejoran el balance hídrico en flores de corte, retardan el marchitamiento y prolongan la longevidad, favoreciendo una absorción de agua superior a la pérdida.

Para Kohl y Rundle (1972) se puede mejorar el balance hídrico disminuyendo la pérdida de agua con el cierre de los estomas. El tratamiento con 10 mg L<sup>-1</sup> de ácido abscísico (ABA) durante 24h fue exitoso en rosa. Una alternativa al uso de ABA no ensayada por lo autores podría ser el uso de ácido salicílico, un compuesto menos costoso.

En Halevy y Mayak (1981) la flor de corte pierde agua de todos los tejidos, lo que depende de factores internos y ambientales. La pérdida de agua depende del déficit de presión, que es función de la temperatura y del contenido de agua, de la luz que causa la apertura estomática, y de la resistencia al flujo de agua, aparentemente la principal causa del déficit. Los cambios que ocurren en las propiedades de la membrana en pétalos en senescencia, asociados a la pérdida de la semipermeabilidad, aumentan el escape de iones y agua, ocasionando la desecación en el tejido. El azúcar retarda la senescencia en claveles, por su habilidad en mantener el metabolismo celular y la integridad de la membrana.

Los efectos combinados de cambios en la permeabilidad de la membrana y en el potencial osmótico disminuyen la habilidad de la célula en retener agua. Estos

efectos disminuyen la presión de turgencia y el marchitamiento es irreversible (Halevy y Mayak, 1981).

### **Senescencia del Tallo Floral**

La senescencia de las hojas, flores y frutos está regulada por un conjunto de factores externos e internos. Los factores internos incluyen la edad, niveles de hormonas y otras sustancias de crecimiento y procesos del desarrollo como el crecimiento reproductivo. El control de la senescencia por algunos factores ambientales puede estar mediado por hormonas vegetales (Gan, 2004). Este fenómeno es un proceso que comienza antes de la apertura total de las flores y antes que las diferencias en la flor sean apreciadas visualmente (Trippi y Paulin, 1984).

Algunos de los eventos involucrados en la senescencia floral en plantas intactas son: disminución en el contenido de proteínas y ácidos nucleicos, amarillamiento irreversible debido a la pérdida de clorofila, catabolismo mayor que anabolismo, translocación en masa de metabolitos solubles de la hoja senescente para otras partes de la planta, y disminución de tasas fotosintéticas y respiratorias. Los cambios citológicos incluyen desorganización estructural y funcional de organelos, aumento en la permeabilidad de la membrana, destrucción de polirribosomas citoplasmáticos y eventual desintegración del núcleo (Moore, 1979).

De acuerdo con Baker (1983) la senescencia floral se caracteriza por el aumento en la actividad RNAasa y de otras enzimas hidrolíticas, producción de etileno, aumento en la viscosidad y permeabilidad de las membranas, resultando en pérdida de iones y agua. Este es un proceso genéticamente programado y regulado por fitohormonas, entretanto, puede ser acelerado con estrés hídrico o por exposición a etileno.

Para Halevy y Mayak (1981) normalmente las hojas verdes de los tallos, así como brácteas y sépalos verdes, son más longevas que los pétalos aclorofilados. Así, en la mayoría de los tallos florales con hojas la longevidad del tallo floral es

determinada por la longevidad de los pétalos. Sin embargo, en algunos casos, el follaje se deteriora antes que la flor y, entonces, la longevidad del tallo floral es determinada principalmente por el follaje. El amarillamiento del follaje se caracteriza por la degradación de la clorofila, proteínas y ácidos nucleicos, aumentado cuando los tallos florales se mantienen en la oscuridad y a altas temperaturas. Las temperaturas altas promueven el proceso de senescencia, incluyendo el amarillamiento foliar. La luz, la cual tiene poco o ningún efecto sobre la longevidad de la mayoría de la flores, retarda significativamente la senescencia y amarillamiento de hojas de crisantemo. Altos niveles de nutrientes, especialmente nitrógeno, en la fase de cultivo, aumentan el amarillamiento poscosecha en esta misma especie.

En rosas, la senescencia ha sido evaluada en términos de longevidad de la flor y es determinada por la aparición del azulamiento y marchitamiento de los pétalos (Halevy y Mayak, 1979).

### **Fitohormonas**

Las hormonas vegetales juegan un papel muy importante en el control de la senescencia de flores y es ejercido por un balance que existe con otros factores. En general, etileno, ABA, jasmonato y su derivado metil jasmonato, ácido salicílico, brasinoesteroides promueven la senescencia; entretanto, citoquininas, auxinas y giberelinas son retardantes de la senescencia (Davies, 2004).

### **Etileno**

En trabajo acerca de la regulación y biosíntesis de etileno Yang (1980) relata que casi todos los tejidos de plantas pueden producir etileno, pese a que su tasa de producción sea baja y regulada por varios factores internos y externos. En el esquema 1, adaptado de Bovy *et al.* (1995), se observa la biosíntesis del etileno y la transducción de señal, incluyendo el sistema enzimático y de inhibidores de receptores moleculares de etileno.

De acuerdo con Yang (1985) existen cuatro formas de regular la respuesta al etileno: control en el tejido, por adición o remoción; regulación del nivel de etileno en el tejido, por estímulo o inhibición de la biosíntesis; modificación de las características de ligación o de la cantidad de receptor; y manipulación del gen responsable por su expresión.

Veen (1983) relató que el etileno se liga a un receptor molecular, el cual es activado como resultado de esa interacción. La actividad del receptor acciona una respuesta primaria, la cual desencadena una serie de reacciones buscando la respuesta fisiológica. Una de las respuestas primarias en maduración de frutos y otros tejidos senescentes es la producción auto catalítica de etileno.

La presencia de concentraciones muy bajas de etileno tiene efectos importantes sobre la apertura de flores de rosas. Las respuestas al etileno son diferentes dependiendo de la variedad y entre las más comunes se destacan la inhibición de la apertura floral, la pérdida de brillo y el arrugamiento de los pétalos, apertura acelerada y la inducción de la abscisión de pétalos y hojas (Reid *et al.*, 1989).

Halevy y Mayak (1981) reportaron que los pétalos de la orquídea *Vanda* pueden responder al etileno producido en el estilo, iniciando el proceso de senescencia. También, que la producción de etileno en el estilo de clavel corresponde entre el 40 al 50% del total de la flor y que el pétalo produce una cantidad similar, con mayor intensidad en la base.

Según Elgar *et al.* (1999), la vida en florero de lirios de la mayoría de las variedades de híbridos orientales y *Lilium longiflorum* no es afectada por la exposición al etileno, alcanzando un rango de cinco a 14 días; sin embargo, algunos híbridos asiáticos muestran respuestas menores. En general, la exposición tiene poco efecto sobre la calidad de la flor o la senescencia, incluso en presencia de altas concentraciones de etileno (hasta 1000  $\mu\text{L L}^{-1}$ ). La vida en florero promedio para algunas variedades de lirios híbridos asiáticos, híbridos orientales y *L. longiflorum* es de siete, ocho y nueve días y al ser expuestos al



etileno ( $100 \mu\text{L L}^{-1}$ ) ésta se reduce a 5,5, 7 y 8 días, respectivamente. Para Onozaki *et al.* (2004), flores de clavel cvs. White Sim y Nora son altamente sensibles al etileno exógeno en concentraciones de 2, 10 y  $20 \mu\text{L L}^{-1}$ , mostrando enrollamiento de pétalos entre siete y ocho días después de la exposición a estos tratamientos.

Algunos estudios han demostrado que la utilización de inhibidores de la acción del etileno o de su síntesis en la poscosecha de rosas en condiciones ambientales normales no han reportado mejoras en la vida de florero; ésta información sugiere que el etileno está involucrado en la vida poscosecha de las rosas de corte solamente en atmósferas contaminadas o cuando su síntesis está estimulada por estrés (Reid *et al.* 1989).

La senescencia natural de las flores de stock está condicionada por la producción endógena de etileno. Lo anterior, debido a que incluso en ausencia de etileno exógeno, la vida de las flores se incrementa significativamente mediante la utilización de los inhibidores de la acción del etileno como 1-metilciclopropano (1-MCP) y STS (Celikel y Reid, 2002).

### **Inhibidores de la acción del etileno**

Numerosos experimentos han sido conducidos sobre los tratamientos poscosecha de flores cortadas de rosa con sales metálicas bactericidas, incluyendo el nitrato de plata y el sulfato de aluminio (Halevy y Mayak, 1981).

El ion  $\text{Ag}^+$  y el compuesto 1-metilciclopropano (1-MCP) previenen el receptor molecular, modificándolo e impidiendo la ligación del etileno y de esta forma bloquean la acción de la hormona (Reid *et al.*, 1999).

Veen y van de Geijn (1978) mostraron que la relativa inmovilidad del ion  $\text{Ag}^+$  es debida a su participación en el proceso de intercambio catiónico en los vasos del xilema cargados negativamente. La presencia de grupos SH en los diferentes tejidos aumentó la fijación irreversible del ion  $\text{Ag}^+$ . Observaron la baja movilidad de este ion cuando fue suministrado en forma de  $\text{AgNO}_3$ , con velocidad de  $3 \text{ cm día}^{-1}$ .



Los mismos autores constataron que la adición de tiosulfato de sodio a la solución de nitrato de plata cambió completamente el fenómeno del transporte. El ion  $\text{Ag}^+$  se translocó rápidamente hasta el ápice del tallo, a una velocidad de  $2 \text{ m h}^{-1}$ . La movilidad del ion  $\text{Ag}^+$  aumentó con la formación del complejo aniónico tiosulfato de plata ( $\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-}$ ), más conocido como STS, por su sigla en inglés. Después de 24 h del tratamiento con STS, el receptáculo floral mostró un alto contenido de la sustancia, con oscurecimiento próximo a los vasos del xilema. Se concluyó que el complejo STS se fue disociando, dejando el ion  $\text{Ag}^+$  libre para actuar como agente antietilénico.

La mayor cantidad de plata se encuentra en la parte basal de los tallos entre los 0 y 5 cm, para tratamientos con nitrato de plata; mientras que, para STS no se detectó una cantidad importante en el mismo segmento (Ohkawa *et al.*, 1998). Esta restringida distribución podría explicar el por qué el nitrato de plata es raramente utilizado como un tratamiento comercial en rosas de corte.

El ion plata tiene propiedad bactericida y efecto inhibitorio sobre la acción del etileno (Nowak y Rudnicki, 1990). El mecanismo del STS sobre la vida de poscosecha de rosas de corte y su efecto sobre la acción del etileno aún no son claros (Lukaszewka *et al.*, 1990; Reid *et al.*, 1989), pero podría ser a nivel del receptor (Veen, 1986).

Aplicado en la forma de tiosulfato, el ión plata es un inhibidor efectivo de las respuestas al etileno, sin embargo al ser un metal pesado no puede ser utilizado en alimentación y ha sido objetado por su posible impacto ambiental negativo. Es muy usado con éxito en flores de corte y plantas de maceta. Según Ohkawa *et al.* (1998), flores de rosa tratadas con nitrato de plata no presentaron cabeceo y tuvieron larga vida de florero mientras que las tratadas con STS tuvieron cabeceo y corta vida de florero.

El recorte de los primeros centímetros del tallo es una práctica común con la finalidad de mejorar la toma de agua y lograr una exitosa vida de florero

(Thompson y Staby, 1983). Sin embargo, esta práctica puede remover los ingredientes activos de algunos de los tratamientos de poscosecha, especialmente los relacionados con iones metálicos inmóviles. Para Ohkawa et al. (1998), es indudable que el ion plata afecta la vida en florero en rosa no por su acción como inhibidor de etileno sino por su propiedad bactericida. Al respecto, Flórez *et al.* (1996) encontraron que el tratamiento en hidratación con  $2,9 \text{ mol.m}^{-3}$  de  $\text{AgNO}_3$  proporcionó mayor longevidad en tallos florales del crisantemo cv. White Polaris.

Para Mengûc y Usta (1994), aunque el tratamiento del clavel cv. Astor con STS más sacarosa no tuvo efecto sobre el período de almacenamiento, si fue efectivo sobre la vida en florero después del mismo. Observaron que las flores tratadas pudieron ser almacenadas durante 60 días, mientras que las no tratadas alcanzaron 67,5 días, entre 0 y 0,5 °C. Esta condición varía dependiendo del estadio de madurez de la flor, siendo más prolongado para el estadio de botón cerrado (hasta 105 días).

El descubrimiento del 1-MCP como inhibidor del etileno empezó en la década de los años 80, en procesos de extracción y purificación de los receptores de etileno con investigaciones seguidas por Blankeship y Sisler (1996) en frutos de tomate, siendo capaz de mantener la calidad en poscosecha de muchos productos hortícolas. Cuando se examinó el compuesto diazociclopentadieno (DACP), como posible marcador del sitio receptor de etileno, se estableció que pese a que este compuesto era efectivo en la ligación de los receptores, requería activación por luz. Los investigadores descubrieron que los ciclopropanos son el producto estable de la degradación del DACP en la presencia de luz, los cuales son efectivos inhibidores de la acción del etileno. Los ciclopropanos son gases a temperatura ambiente e inodoros en concentraciones fisiológicamente activas. El 1-MCP es el compuesto que presenta las mejores propiedades de estabilidad y efectividad en el control de la acción del etileno, es preferido por ser más estable que el ciclopropano (CP) y por ser más activo que el 3-metilciclopropano (3-MCP) y que el 3,3-dimetilciclopropano (3,3-DMCP) (Prange y Delong, 2003).

Binder y Bleecker (2003) propusieron que el 1-MCP suprime la vía de respuesta del etileno por ligamiento permanente con un suficiente número de receptores de etileno a los cuales mantiene su estado activo (inhibición). Estudios realizados indican que el 3-MCP es un efectivo inhibidor de las respuestas al etileno, pero en concentraciones más altas que las requeridas para 1-MCP. En flores esta mayor concentración puede ser de diez o más veces para la protección requerida.

Resultados con aplicaciones comerciales de 1-MCP en flores muestran que se mantienen insensibles al etileno por un período de 12 a 15 días a 24 °C. Exposiciones a concentraciones tan bajas como de 0,5 nL L<sup>-1</sup> de este compuesto por 24 h protegen claveles de los efectos del etileno por alrededor de 12 días a 25 °C. Serek *et al.* (1995) encontraron que 1-MCP previno el efecto deletéreo del etileno sobre flores de stock. Según Fisum y Reid (2000), el pretratamiento con 500 nL L<sup>-1</sup> de 1-MCP durante seis horas en flores de stock previene la abscisión de pétalos y la epinastia de las hojas, además de incrementar su masa fresca y su longevidad. A su vez, Serek y Sisler (2001) en campanula (*Campanula carpatica*) en maceta encontraron que las tratadas con 1-MCP (0-100 nL L<sup>-1</sup>) presentaron control significativo sobre la caída de botones y la senescencia de las flores. Sin embargo, con STS (0,1 mM) encontraron mejores resultados que con 1-MCP. Así mismo, Serek *et al.* (1995) reportan la protección del 1-MCP sobre ornamentales como *Alstroemeria*, *Antirrhinum majus*, *Dianthus barbatus* y *D. caryophyllus*.

El carácter no tóxico de la molécula de 1-MCP la presenta como un adecuado sustituto del ambientalmente no muy seguro ion plata. Las diferencias en efectividad de los dos compuestos en la prevención de los efectos del etileno son satisfactorias. Para varios cultivos ornamentales no hay diferencias reportadas. En algunos estudios el STS aparece ser más efectivo por un período más largo de tiempo (Serek y Sisler, 2001). Parece que el ion plata permanece en el tejido por más tiempo y después de la síntesis de nuevos sitios, inactiva continuamente las respuestas a etileno. La longevidad de la flor y vida de la planta puede

incrementarse entre 1 y 1,5 días más con el pretratamiento de STS comparado con 1-MCP.

### **Citoquininas, ABA y otros**

La longevidad poscosecha de las flores de corte es modificada después de un tratamiento con hormonas. Según Taiz y Zeiger (1998) las citoquininas funcionan como agentes movilizadores dirigiendo la translocación o atrayendo sustancias en dirección al área tratada, además de inhibir su salida. De acuerdo con Orozco y Garcés (2000) están implicadas en el mantenimiento de los niveles de clorofilas, RNA y proteínas. El etileno y las citoquininas alteran la senescencia en direcciones opuestas, sin embargo sus relaciones son complejas.

Dependiendo de la vía de aplicación y la concentración de ABA o la citoquinina, efectos opuestos pueden ser observados. Vaillant y Gudin (1991) mostraron la capacidad que tienen compuestos como el ABA y la quinetina (citoquinina) aplicados foliarmente sobre flores cortadas en el retardo de la senescencia en rosas.

Tratamientos continuos (1 mM) o de carga (24 h con 50, 75 o 100 mM) con una solución preservante que contenga ácido bórico fueron efectivos en prolongar la longevidad en flores de clavel (Serrano *et al.*, 2001). Estos tratamientos inhiben la producción de etileno mediante una muy baja actividad de la ACC sintasa y en consecuencia baja disponibilidad de ACC y también, probablemente, por la inhibición de la síntesis de ACC oxidasa. Asimismo, la aspersion de una solución de 50-100 ppm de ácido bórico previene el amarillamiento del follaje y también el aborto floral en algunas variedades de lirios (Han, 2001).

Para Sacher (1973) hay evidencias de que en frutos climatéricos y no climatéricos las auxinas serían importantes retardantes endógenos de la senescencia y podrían contrarrestar el efecto estimulante del etileno o el ABA sobre la senescencia.

Recientemente, Macnisch *et al.* (2008) evaluaron la eficacia del dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ ) sobre el control de bacterias en la solución de florero. Demostraron que  $2 \mu\text{L L}^{-1}$  de  $\text{ClO}_2$  en agua deionizada extendió la vida en florero de, entre otras, *Alstroemeria peruviana* cv. Senna, *Antirrhinum majus* cv. Potomac Pink, *D. caryophyllus* cv. Pasha, *Gerbera jamesonii* cv. Monarch, *Gypsophila paniculata* cvs. Crystal y Perfecta, *Lilium asiaticum* cv. Vermeer y *M. incana* cv. Ruby red. La vida en florero se extendió en *Gerbera* cv. Monarch, *Gypsophila* cv. Crystal y *Matthiola* cv. Ruby Red en 3,5, 3,4 y 2,2 días respectivamente, respecto de los tallos no tratados. Sin embargo, con 2, 5, 10, 20 y  $50 \mu\text{L L}^{-1}$  de  $\text{ClO}_2$ , la vida en florero no se prolongó significativamente en *A. peruviana* cv. Senna, *A. majus* cv. Potomac Pink, *D. caryophyllus* cv. Pasha y *Rosa hybrida* cv. Charlotte. El  $\text{ClO}_2$  prolonga la vida en florero porque retarda la colonización bacteriana del agua del florero y de las superficies de los tallos; muestra niveles de eficacia similares al 8-HQS y es más efectivo que otros biocidas como el sulfato de aluminio e hipoclorito de sodio, en cuanto a extender la longevidad de flores de gerbera.

### **Amarillamiento de follaje**

Son varios los estudios que reportan que el amarillamiento del follaje es uno de los primeros indicadores de deterioro en tallos de *Alstroemeria*. Este fenómeno ocurre más rápidamente si los tallos de corte son mantenidos o transportados en la oscuridad (Chanasut *et al.*, 2003). Para evitar este proceso, se han propuesto algunos métodos, entre ellos, la utilización de giberelinas con o sin otros reguladores de crecimiento o con productos con actividad citoquinínica. Además, la utilización de estos tratamientos no reportan efectos sobre la longevidad de las flores. El inicio del amarillamiento de las hojas de *Alstroemeria* está asociado con la degradación de la clorofila y el uso de giberelinas y citoquininas retardan la senescencia. Ferrante *et al.* (2002) indican que tratamientos con citoquininas reducen la degradación de la clorofila solamente a concentraciones mayores de  $10^{-5}$  M. Al mismo tiempo, el tratamiento con  $\text{GA}_4$  fue efectivo en retardar la pérdida de clorofila y activo a concentraciones tan bajas como  $10^{-8}$  M. Existe una amplia

variación en la relación entre el amarillamiento de las hojas y la caída de los pétalos entre diferentes variedades. Ranwala y Miller (1999), con aspersiones de  $100 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{GA}_{4+7}$  al follaje en *Lilium* cv. Stargazer obtuvieron menor pérdida de clorofila (entre el 5 y 8%) en las hojas bajas después de dos semanas de almacenamiento a  $4^\circ\text{C}$ ; mientras que las plantas no tratadas alcanzaron pérdidas de hasta el 66%. Al mismo tiempo, las hojas del tercio superior del tallo presentaron pérdida de clorofila gradual y mínima dentro de los siguientes seis días a  $22^\circ\text{C}$ . Por otro lado, pruebas realizadas con el compuesto Thidiazuron (TDZ, *N*-fenil-*N'*-1,2,3-thiadiazol-5-ylurea), demostraron una gran capacidad para retardar el amarillamiento en *Alstroemeria* hasta por más de 60 días a concentraciones mayores de  $10 \text{ }\mu\text{M}$ . Este efecto es superior al de otros tratamientos con otros químicos, en donde el más efectivo es el que se obtiene al utilizar una concentración de  $\text{GA}_3$  a  $100 \text{ }\mu\text{M}$  retardando el amarillamiento hasta por 25 días (Ferrante *et al.*, 2002).

Por último, para incrementar el tamaño de la flor Cáceres *et al.* (2004) recomiendan aplicar ácido giberélico sobre el botón floral de *Rosa hybrida* cvs. Charlotte, Laguna y Escimo, a partir del estadio fenológico “garbanzo” hasta antes de “rayar color”, usando una solución que contenga  $\text{GA}_3$  a una dosis de  $350 \text{ mg L}^{-1}$  más un coadyuvante.

#### 4. CADENA DE FRÍO

Las flores de corte son transportadas y manejadas a través de varios canales de mercado a temperaturas que llegan a ser altas, lo que resulta en el incremento de pérdidas e insatisfacción de los clientes. Las flores deben ser enfriadas rápidamente a un rango de 3 a 5 °C y mantenidas en temperaturas adecuadas a lo largo de la cadena de frío que no superen los 9 °C (Staby y Reid, 2005)

Cuando rosas, claveles y crisantemos son manejados apropiadamente, en envíos a largas distancias, puede presentar calidad comparable o mejor que las enviadas por vía aérea. Durante el vuelo las flores están sujetas a temperaturas entre 10 y 27 °C o son deficientemente refrigeradas. Para que el transporte a largas distancias tenga buenos resultados se requiere que las flores sean previamente tratadas y durante el envío mantenidas entre 1 y 2 °C. Esto se logra preenfriando a 4 °C y empacando en cuarto frío (Halevy *et al.*, 1978). Controlando la temperatura y reduciendo el tiempo que la flor esté fuera de las temperaturas óptimas, son las medidas más importantes para retardar la pérdida de la calidad (Kader, 2002).

La combinación del transporte a largas distancias y el deficiente control de la temperatura disminuye la longevidad de los tallos florales. En los puntos de consolidación de la carga proveniente de los productores se puede encontrar, que en promedio, se alcanzan temperaturas de 10 °C, pero que pueden llegar hasta 21 °C. Temperaturas inadecuadas además de incrementar la tasa de respiración inciden sobre la torcedura de los tallos, apertura floral, marchitamiento de los pétalos y caída de flores. Para reducir la temperatura de la flor a niveles de 1 a 2 °C se requiere de tecnologías de aire forzado y frío al vacío (Staby y Reid, 2005).

El aire forzado es un método que consiste en mover el aire refrigerado a través de una caja empacada de flores para reducir su temperatura rápidamente. La mayoría de las flores se pueden enfriar a las temperaturas recomendadas en un término de 45 minutos a una hora, e incluso algunas lo pueden hacer en ocho



minutos. La pérdida de agua que puede causar este método se ubica en un rango de 1 a 2% respecto a la masa fresca inicial (Thompson *et al.*, 2002).

De acuerdo con Sun y Zheng (2006), el principio del enfriamiento al vacío se basa en la rápida evaporación de una parte del contenido de humedad de los productos en vacío y se caracteriza por una alta tasa de enfriamiento que en general no puede ser superada por otro método convencional. Cuando el agua se evapora necesita absorber calor para mantener el nivel de energía del movimiento molecular en el estado gaseoso; ese calor, llamado calor latente, debe ser suministrado por el producto o el medio circundante. La temperatura a la cual el agua inicia la evaporación depende directamente de la presión de vapor del medio. Bajo una presión de 1 atm el agua se evapora a 100 °C; sin embargo, este proceso ocurre a temperaturas más bajas cuando la presión es reducida por debajo de 1 atm. Todo producto que contenga agua, al ser colocado en una cámara en donde la presión es reducida por una bomba de vacío, producirá vapor de agua como consecuencia de la diferencia de presión entre el producto y el medio que le rodea, expulsándolo a la atmósfera circundante. Como el calor latente debe ser obtenido desde el producto, su temperatura caerá y de esta manera alcanzará el enfriamiento. El vapor producido debe ser continuamente evacuado, ya que si se acumula, el proceso de enfriamiento puede detenerse. Aunque para Thompson *et al.* (2002) estos sistemas enfrían las hojas, los tallos y los medios rápida y eficientemente, a menudo los pétalos de la flor se enfrían más lentamente, porque el agua no puede escaparse fácilmente de ellos. Este método llega a causar una pérdida de hasta el 1% de la masa fresca del producto por cada 6 °C de enfriamiento. Esencialmente, se requiere el mismo tiempo de enfriamiento para enfriar las flores al vacío que con los sistemas de enfriamiento de aire forzado.

Sin embargo, el método más utilizado en las operaciones de las fincas es el de cuarto frío. La principal ventaja de este método es que el producto puede ser enfriado y almacenado en el mismo cuarto sin necesidad de moverlo a otro lugar;



al mismo tiempo, es un método muy lento si se quiere enfriar la mayoría del producto, además que puede resultar en una excesiva pérdida de agua.

Verdugo *et al.* (2003) reportan que el almacenamiento en frío, entre 2 y 4 °C, genera amarillamiento de follaje en lirios, a medida que aumenta el tiempo de almacenamiento, siendo visible después del cuarto o sexto día. Además, en lirios asiáticos cv. Geneve y cv. Vivaldi y lirios orientales cv. Stargazer y cv. Acapulco, temperaturas de almacenamiento de 3 °C durante más de una semana incrementan el aborto de flores, reducen la longevidad de las mismas y la vida en florero de los tallos.

Flórez *et al.* (2001), en un estudio hecho en 33 fincas productoras de rosas en la Sabana de Bogotá, evidenciaron que el 33% de las fincas hacen la recepción de la flor en el área de la poscosecha, en una zona de pre-frío con temperatura promedio de 7,4 °C. Los demás productores lo hacen en el área de clasificación, en donde la temperatura promedio es de 19,4 °C. Por otro lado, el 33% de las empresas encuestadas almacenan el producto terminado en cuarto frío a temperatura promedio de 2,2 °C y el 82% realiza el proceso de hidratación de ramos terminados también en cuarto frío con temperatura promedio de 4 °C.

## 5. TÉRMINOS RELACIONADOS

Como complemento a los fundamentos fisiológicos y de manejo de la poscosecha, se citan algunos términos generales que enmarcan las actividades de logística y manufactura de los ramos como producto final. Entre ellos, los siguientes términos:

**Mercado abierto:** Es la franja de mercado que está compuesta principalmente por mayoristas que comercializan la flor en ramos sólidos.

**Supermercados:** Compuesto por las grandes superficies y almacenes de cadena. En general, comercializan “bouquets” y ramos mixtos por medio de órdenes fijas y promociones.

**E-commerce (ventas por internet):** En crecimiento constante, comercializa “bouquets” y ramos mixtos con cumplimiento estricto de recetas y tiempo corto de entrega.

**Orden fija:** Son pedidos semanales que varían muy poco en su cantidad y precio. Pueden ser de “bouquets”, ramos mixtos o ramos sólidos. Con este tipo de órdenes se asegura la producción y comercialización de cierto tipo de flores en épocas deprimidas del mercado.

**Grados de calidad:** Dependiendo de estándares de calidad como longitud de tallo, longitud y diámetro del botón floral o de la flor, longitud de espiga, peso de los ramos y número de flores, entre otras; las flores se clasifican en grados. Para claveles, por ejemplo, es común encontrar, para ramos de 25 tallos, los grados “Standar” entre 45 y 55 cm de longitud, “Fancy” entre 56 y 65 cm y “Select” entre 66-75 cm; en donde el peso del ramo es importante y corresponde a 600 g, 750 g y 800 g respectivamente. En el caso de rosas, la longitud del tallo y la longitud y diámetro de la flor son la base para su clasificación; así, hay grados 40 cm, 50 cm, 60 cm, 70 cm y para algunos mercados especiales rosas mayores de 80 cm. La

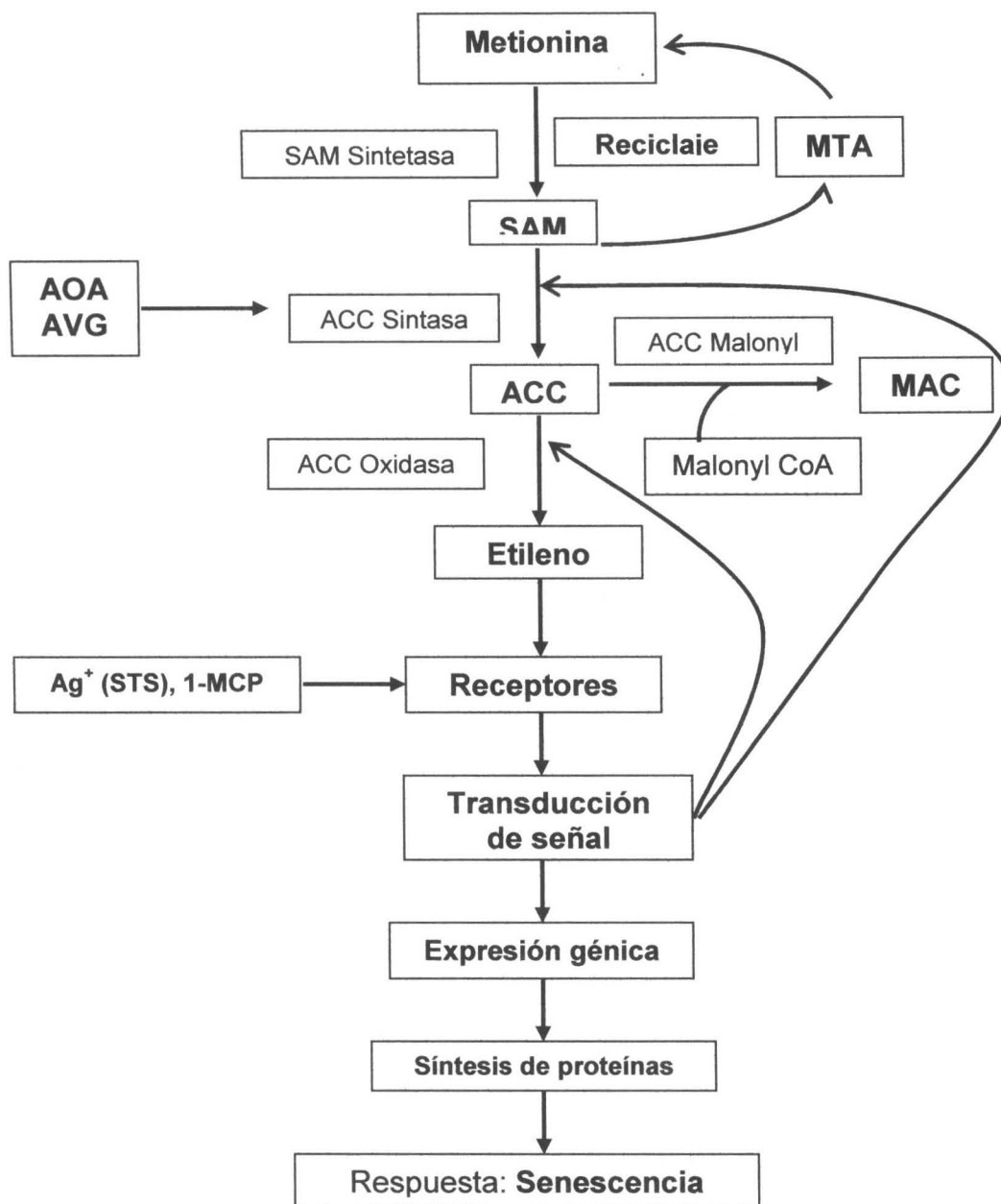
longitud de la flor varía según el grado entre 4,5 cm y 7 cm. En especial para tipos de flor considerados como “filler” el estándar está definido por el peso de los ramos y un número mínimo de tallos. Por ejemplo *Gypsophila*, aster y solidago se manejan por peso, entre 280 y 320 g por ramo, con ocho a diez tallos de 70 cm de longitud. Para pompones, el número mínimo de tallos es de siete y cada tallo con por lo menos cinco flores; el ramo debe pesar 280 g.

Tipos de ramo. Hay básicamente tres tipos de ramo.

“Bulk” o ramo sólido: Compuesto por un único tipo de flor, generalmente por 10 o 25 tallos.

Bouquet: Son ramos hechos con diferente número de tallos de especies diferentes de flor, pero que comúnmente no excede tres especies. En general, está compuesto por una flor principal o básica (por ejemplo rosa, clavel, alstroemeria) más un “filler” (*Gypsophila*, en la mayoría de los casos; aster, solidago, *Limonium*) y un follaje o verde (por ejemplo Helecho cuero, *Ruscus*, Eucalipto).

Mixto: Compuesto por diferentes tipos de flor y con mayor número de tallos que un bouquet. Puede llegar a tener 27 flores o más en un ramo. En su composición se utilizan tipos de flor consideradas como básicas, “filler”, focales lineales y/o redondos y follajes o verdes. Lo focales redondos son flores como Gerberas, Matsumotos, son flores de forma circular y que reciben este nombre por enfocar la atención dentro del ramo. El focal lineal tiene la inflorescencia de tipo vertical como el snapdragon, campanula, stock, entre otros; que generalmente van ubicados en los costados de los ramos.



**Esquema 1.** Representación esquemática de la biosíntesis, regulación y modo de acción del etileno. El aminoácido metionina es el precursor del etileno. El paso limitante en la tasa de conversión de SAM a ACC, el precursor inmediato del etileno, es catalizado por la enzima ACC sintasa. El grupo  $\text{CH}_3\text{-S}$  de la metionina es reciclado y, de esta forma, conservado para la síntesis continua de metionina. Además de su conversión a etileno, a través de la enzima ACC oxidasa, el ACC también puede ser conjugado formando MACC. **Abreviaturas:** **SAM** = S-adenosil-metionina; **ACC** = Ácido-1-aminociclopropano-1-carboxílico; **STS** = Tiosulfato de Plata; **MCP** = 1-Metilciclopropano; **AOA** = Ácido Aminooxacético; **AVG** = Aminoethoxi-vinil-glicina; **MAAC** = N-malonil-ACC (Bovy *et al.*, 1995, modificado).

## BIBLIOGRAFIA

- Baker, J. E. 1983. Preservation of cut flowers. In: Nickell, L.G. (ed.). Plant growth regulating chemicals, v. 2, Florida: CRC Press, p. 177-191.
- Bolívar P., Mora A., Flórez V.J., y Fisher G. 2005. El ácido  $\alpha$ -naftalenacético prolonga la vida en la poscosecha de rosas de corte. Rev. Fac. Nal. Agr. 58(2):2883-2891.
- Bovy, A. G., Van Altvorst, A. C., Angenent, G. C. and J. J. M. Dons. 1995 Genetic modification of the vase-life of carnation. Acta Hortic., 405.
- Cáceres T., L.A., Nieto C., D.E., Flórez R., V.J. y Chaves, B. 2004. Efecto del ácido giberélico ( $GA_3$ ) sobre el desarrollo del botón floral en tres variedades de rosa (rosa sp.). Revista Asocolflores 65:21-28.
- Celikel, F. G. and Reid M. 2002. Postharvest Handling of Stock (*Matthiola incana*). HortScience 37 (1):144-147.
- Chanasut, U., Rogers, H. J., Leverentz, M. K., Griffiths, G., Thomas, B., Wagstaff C., and Stead, A. D. 2003. Increasing flower longevity in Alstroemeria. Postharvest Biol. Technol. 29:324-332.
- Conrado, L. L., Shanahan, R. and Eisinger, W. 1980. Effects of pH, osmolarity, and oxigen on solution uptake by cut rose flowers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105(5):680-83.
- Davies, P. J. 2004. The Plant Hormones: Their Nature, Occurrence, and Functions. En: Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action!. 3<sup>rd</sup> Edition. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 750 p.
- D'hont, K. 1989. Postharvest treatment of Chrysanthemum. Acta Hortic. 261:306-307.
- D'hont, K. El manejo de la poscosecha de flores cortadas y el medio ambiente. En: Floricultura y Medio Ambiente: La experiencia Colombiana. Bogotá: Ediciones Hortitecnia; 1997. 329 p.

- Elgar, H.J., Woolf, A. B. and Bielecki, R. L. 1999. Ethylene production by three lily species and their responses to ethylene exposure. *Postharvest Biol. Technol.* 16:257-267.
- Ferrante A., Hunter, D. A., Hackett, W. P. and Reid, M. S. 2002. Thidiazuron - a potent inhibitor of leaf senescence in *Alstroemeria*. *Postharvest Biol. Technol.* 25: 333-338.
- Flórez-Roncancio, V.J., Castro, C.E.F. de y Demattê, M.E.S.P. 1996. Manutenção da qualidade e aumento da longevidade floral do crisântemo cultivar white polaris. *Bragantia* 55(2):299-307.
- Flórez, V., Leyva, A., Reyes, G. y Fisher, G. 2001. Diagnóstico y evaluación de procedimientos en la poscosecha de rosas en fincas de la Sabana de Bogotá. *Rev. Iber. Tecnología Postcosecha* 4 (1):1-5.
- Ford, H. E. Clark, D. T. and Stinson, R. F. 1961. Bacteria associated with cut flowers containers. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 77:635-36.
- Gan, S. 2004. The hormonal regulation of senescence. En: *Plant hormones: biosynthesis, signal transduction, action!*. 3<sup>rd</sup> Edition. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 750 p.
- Halevy, A. H., Byrne, T. G., Kofranek, A. M., Farnham, D. S., Thompson, J. F. and Hardenburg, R. E. 1978. Evaluation of postharvest handling methods for transcontinental truck shipment of cut carnations, chrysanthemums, and roses. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103 (2):151-155.
- Halevy, A. H. and Mayak, S. 1974a. Improvement of cut flower quality opening and longevity by pre-shipment treatments. *Acta Hortic.* 43:335-47.
- Halevy, A. H. and Mayak, S. 1979. Senescence and postharvest physiology of cut flowers, part 1. In: Janick, J. (ed.). *Horticultural reviews*, v. 1. Westport: AVI publishing, p. 204-236.
- Halevy, A. H. and Mayak, S. 1981. Senescence and postharvest physiology of cut flowers - part 2. In: Janick, J. (ed.). *Horticultural reviews*, v. 3. Westport: AVI publishing, p. 59-143.

- Halevy, A. H. 1976. Treatments to improve water balance of cut flowers. *Acta Hortic.*, 64:223-230.
- Halevy, A. H., Mayak, S. and Tirosh, T., Spiegelstein, H. and Kofraneck, A. M., 1974. Opposing effects of abscisic acid on senescence of rose flowers. *Plant Cell Physiol.* 15:813-821.
- Jaffrin, A. 2002. Ennegrecimiento de los pétalos de rosa bajo diferentes tipos de invernadero. *Plasticulture* 121:12-21.
- Kohl, H. C. and Rundle, D. L. 1972. Decreasing water loss of cut roses with abscisic acid. *HortScience* 7(3):249.
- Laurie, A. 1936. Studies on the keeping qualities of cut flowers. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 34:595-97.
- Liao L., Lin, Y., Huang, K., Chen, W. and Cheng, Y. 2000. Postharvest life of cut rose flowers as affected by silver thiosulfate and sucrose. *Bot. Bull. Acad. Sin.* 41:299-303.
- Macnisch, A. J., Leonard, R. T. and Nell, T. A. 2008. Treatment with chlorine dioxide extends the vase life of selected cut flowers. *Postharvest Biol. Technol.* 50:197-207.
- Marousky, F. J. 1972. Water relations, effects of floral preservatives on bud opening and keeping quality on cut flowers. *HortScience* 7(2):114-16.
- Marousky, F. J. 1973. Recent advances in opening bud-cut chrysanthemum flowers. *HortScience* 8(3):199-202.
- Mayak, S., Halevy, A. H., Sagie, S., Bar-Yoseph, A., and Bravdo, B., 1974. The water balance of cut rose flowers. *Physiol. Plant.* 31:15-22.
- Mengûc, A and Usta, E. 1994. Research on the effects of silverthiosulphate+sucrose pretreatment on the cold storage vase life of cut flowers of carnations cv. Astor harvested at different maturities. *Acta Hortic.* 368:802-807.

- Metivier, J. R. 1985. Citocininas. En: Ferri, M. G. Fisiologia vegetal. 2 ed., v. 2, Sao Paulo: EPU, pp. 93-127.
- Moore, T. 1979. Cytokinins. En: Biochemistry and physiology of plant hormones. New York: Springer-Verlag, p. 172-173.
- Ohkawa, K., Kasahara, Y., and Suh, J. 1999. Mobility and Effects on Vase Life of Silver-containing Compounds in Cut Rose Flowers. HortScience 34 (1):112-113.
- Onozaki, T., Ikeda, H., and Shibata, M. 2004. Video evaluation of ethylene sensitivity after anthesis in carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) flowers. Scientia Hort. 99:187-197.
- Prange, K. R. and Delong, J. M. 2003. 1-methylcyclopropene: The "magic bullet" for horticultural products?. Chronica Horticulturae 43(1):1-14.
- Ranwala, A and Millar, B. 1999. Preventive mechanisms of gibberelin<sub>4+7</sub> and light on low-temperature-induced leaf senescence in *Lilium* cv. Stargazer. Postharvest Biol. Technol. 19:85-92.
- Reid, M. S., Dodge, L. L., Celikel, F. G. and Valle, R. 1999. A breakthrough in ethylene protection. GrowerTalks p.48-63.
- Reid, M. S., Evans, R. Y., and Dodge, L. L. 1989. Ethylene and silver thiosulfate influence opening of cut rose flowers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(3):436-440.
- Rogers, M. N. 1973. An historical and critical review of postharvest physiology research on cut flowers. HortScience 8(3):189-194.
- Ruiting, A. 1991. Effects of wetting agents and cut flowers food on the vase life of cut roses. Acta Hortic. 298:69-74.
- Sacher, J.A. 1973. Senescence and postharvest physiology. Ann. Rev. Plant. Physiol. 24:197-224.
- Serek, M. and Sisler, E. 2001. Efficacy of inhibitors of ethylene binding in improvement of the postharvest characteristics of potted flowering plants. Postharvest Biol. Technol. 23:161-166.



- Serrano, M., Amorós, A. Pretel, M. T., Martínez-Madrid, M. C., and Romojaro, F. 2001. Preservative solutions containing boric acid delay senescence of carnation flowers. *Postharvest Biol. Technol.* 23:133-142.
- Staby, G. and Reid, M. 2005. Improving de cold chain for cut flowers and potted plants. White Paper II. Perishable Research Organization y University of California. 20p.
- Sun, D. and Zheng, L. 2006. Vacuum cooling technology for the agri-food industry: present, past and future. *Journal of Food Engineering* 77:203-214.
- Taiz, L. and Zeiger, E. 1998. *Plant Physiology*. 2<sup>a</sup>. Ed. Sunderland: Sinauer Associates, Inc. Publishers, 792p.
- Thompson, J. E., Gordon, F., and Kasmire, R. F. 2002. Cooling horticultural commodities. En: *Postharvest technology of horticultural crops*. Third edition. Oakland: University of California. Pp. 97-112.
- Torre, S., Fjeld, T., and Gislerod, H. R. 2001. Effects of air humidity and K/Ca ratio in the nutrient supply on growth and postharvest characteristics of cut roses. *Scientia Hort.* 90:291-304.
- Vaillant, V. and Gudin, S. 1991. Definition of indicators of senescent in the rose: Effect of the application of plant hormones. *Acta Hortic.* 298:61-68.
- van Doorn, W. G. and Perik, R. R. J. 1990. Hydroxyquinoline citrate and low pH prevent vascular blockage in stem of cut rose flowers by reducing the number of bacteria. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115(6):979-981.
- van Doorn, W., Abadie, P., and Belder, P. L. M. 2001. Alkylethoxylate surfactants for rehydration of roses and *Bouvardia* flowers. *Postharvest Biol. Technol.* 24:327-333.
- Veen, H. 1983. Silverthiosulphate: an experimental tool in plant science. *Scientia Hort.* 23(3):211-24.
- Verdugo, G., Araneda, L., y Riffo, M. O. 2003. Efecto de inhibidores de etileno en Postcosecha de flores cortadas de *Lilium*. *Ciencia e Investigación Agraria* 30 (2):89-95.

- Verlinden, S., and Garcia, J.J.V. 2004. Sucrose loading decreases ethylene responsiveness in carnation (*Dianthus caryophyllus* cv. White Sim) petals. *Postharvest Biol. Technol.* 31:305-312.
- Waters, W. E. 1967. Effects of fertilization schedules on flower production, keeping quality, disease susceptibility, and chemical composition at different growth stages of *Chrysanthemum morifolium*. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 77:635-36.
- Yang, S. F. 1980. Regulation of ethylene biosynthesis. *HortScience* 15(3):238-43.
- Yang, S. F. 1985. Biosynthesis and action of ethylene. *HortScience* 20(1):41-45.